

Tecnologies de tractament aplicables en granja

August Bonmatí i Xavier Flotats

Gestió Integral de Residus Orgànics – GIRO Unitat Mixta IRTA-UPC

Paraules clau: Processat dejeccions ramaderes, Recuperació de nutrients i energia, Escala explotació, Millora de la gestió, Obtenció de productes i subproductes.

INTRODUCCIÓ

La situació ideal en la gestió de les dejeccions ramaderes és l'equilibri entre la seva producció i el seu consum com fertilitzants en la zona geogràfica considerada. En zones on no existeix aquest equilibri és necessari exportar l'excedent. En aquesta situació el processat de les dejeccions té un paper clau.

L'eina bàsica de presa de decisions i d'ordenació de les actuacions, per tal de fer possible la premissa '*d'aplicar al sòl les dejeccions ramaderes com a fertilitzant i processar i exportar l'excedent*', és el Pla de Gestió, el qual es pot definir com un programa d'actuacions que condueixin a adequar la producció de dejeccions a les necessitats (dels sòls, dels conreus,...), en l'espai i en el temps, com productes de qualitat (Flotats, 2000). Aquest pla ha de contemplar:

- Mesures de reducció en origen (contingut d'aigua, nitrogen, fòsfor, metalls pesants i altres components limitants), contemplant actuacions sobre l'alimentació i el maneig de l'explotació.
- Usos a què han d'anar destinades les dejeccions i/o els productes, elaborant plans de fertilització i definint qualitats.
- Anàlisi territorial per determinar on es generen les dejeccions i on s'apliquen com a fertilitzant, determinant distàncies i costos de transport i d'aplicació.
- Estratègia de tractament, on es definirà la tecnologia de processat a adoptar, les eficiències, els productes obtinguts que s'exportaran, etc.

Els tractaments s'han de plantejar sempre com una solució local a un determinat problema local. Els mitjans tècnics existeixen, i el principal coll d'ampolla de la seva adopció és l'econòmic. La idoneïtat d'un procés dependrà del context en què es trobi l'explotació, de les necessitats manifestades en el pla de gestió, de la qualitat del producte obtingut i dels costos econòmics d'implantació i d'explotació associats, així com possibles ingressos de la venda dels productes obtinguts (Bonmatí i Magrí, 2008)

ESCALA DE TRACTAMENT: CENTRALITZADA VERSUS INDIVIDUAL

La definició de l'escala de tractament (individual o col·lectiva), depèn de múltiples factors: distribució territorial de les explotacions ramaderes i agrícoles, problemàtica individual o generalitzada en la zona, costos d'inversió i explotació, economia d'escala, possibilitats de venda dels productes finals obtinguts, factors socials, etc. En aquest sentit, destacar la bona experiència de les plantes centralitzades de digestió anaeròbia a Dinamarca (DEA, 1995; BD-USD, 2000). A Catalunya també hi ha experiències col·lectives d'èxit, que han donat servei a un gran nombre de ramaders, algunes actualment aturades per canvis en la normativa energètica, i també d'altres a nivell individual (Flotats *et al.*, 2009, Foged *et al.*, 2011a). Els factors comuns d'èxit identificats són la implicació dels ramaders, dels tecnòlegs i de les autoritats, el preu de l'energia i dels fertilitzants, així com l'existència d'un pla de gestió com a marc global de les diverses actuacions (Flotats *et al.*, 2009)

De manera genèrica, es pot dir que les solucions tecnològiques locals són preferibles a les grans instal·lacions centralitzades, comptant que els costos de transport i els seus efectes ambientals seran cada vegada més decisius. No obstant, la gestió col·lectiva (de ramaders i agricultors) en zones excedentàries té més potència que l'abordatge individual (individualista) del problema. En aquest cas, les plantes centralitzades han de presentar una elevada eficiència de transformació i energètica, per tal de compensar el cost econòmic i ambiental del transport (Foged *et al.*, 2011b)

Actualment a Europa s'estima que es processen un total de $108 \cdot 10^6$ t/any de dejeccions ramaderes, corresponent al 7,8% de les dejeccions generades, les quals contenen 556.509 tones nitrogen i 139.122 tones de fòsfor. Del total de les instal·lacions inventariades, 19.196, el 93% són instal·lacions individuals (Foged *et al.*, 2011c).

ESTRATÈGIES DE TRACTAMENT

Una estratègia de tractament es pot definir com una combinació de processos unitaris amb l'objectiu de modificar les característiques físiques, químiques o biològiques de les dejeccions per a la seva adequació a la demanda com producte de qualitat (Flotats *et al.*, 1998). L'objectiu de la mateixa pot ser molt divers:

- Adequar la producció a les necessitats estacionals dels cultius
- Adequar la composició a la demanda agrícola
- Recuperar nutrients
- Eliminar nitrogen
- Estabilitzar, eliminant matèria orgànica fàcilment biodegradable
- Higienitzar
- Eliminar xenobiòtics o altres contaminants orgànics
- Produir energia renovable
- Reduir emissions de gasos d'efecte hivernacle
- Reduir emissions d'amoníac
- Exportar; transportar fora de la zona de producció (reduir volum)
- Transformar les dejeccions en productes amb valor afegit

Per definir quina estratègia de tractament és la més adequada, en una circumstància determinada, s'ha de partir de la definició clara del problema a resoldre i de l'objectiu que ha de complir el sistema de tractament. En un escenari en que hi hagi un equilibri entre la producció anual de dejeccions ramaderes i les necessitats dels cultius, la construcció de basses d'emmagatzemament i una correcta planificació són suficients per una gestió correcta. Si es plantegen altres objectius, com el de cobrir necessitats energètiques o estabilitzar la matèria orgànica, tractaments com la digestió anaeròbia o el compostatge serien les alternatives adequades.

En un context on hi ha un excedent de nutrients, es necessari incloure alguna procés que actuï sobre el contingut de nutrients, eliminant-los o recuperant-los. En un context en què la tendència és tancar cicles, els processos de recuperació de nutrients, com poden ser l'*stripping*/absorció d'amoníac (Bonmatí i Flotats, 2003; Laurení *et al.*, 2011) o la precipitació d'estruvita per recuperar nitrogen i fòsfor (Cerrillo *et al.*, 2013), s'haurien de prioritzar enfront a altres tractament d'eliminació com poden ser els de nitrificació-desnitrificació (NDN).

Tecnologies de tractament

No existeix cap tractament que faci desaparèixer completament els purins. Els únics compostos que es poden transformar a compostos gasosos innocuos per al medi ambient són l'aigua, que es transforma en vapor d'aigua, la matèria orgànica, que es transforma en CO₂, i el nitrogen, que es transforma en nitrogen molecular, N₂. Una caracterització de les diferents tecnologies de tractament es pot trobar a Campos *et al.* (2004), Bonmatí i Magrí (2008) o a Flotats *et al.* (2011). En aquest darrer estudi es recull un total de 42 tecnologies classificades en 5 grans grups:

- Separadors sòlid/líquid
- Additius i altres pre-tractaments
- Digestió anaeròbia
- Tractaments sobre la fracció sòlida
- Tractament sobre la fracció líquida

Separadors sòlid/líquid

El procés de separació de fases permet dividir els purins en dues fraccions diferents, una fase sòlida (FS), amb un contingut en sòlids més elevat que les dejeccions originals, i una fase líquida (FL), fracció aquosa que conté elements dissolts i en suspensió. La separació sòlid-líquid no modifica el contingut de components de les dejeccions, però permet una redistribució dels constituents i, per tant, millora la capacitat de gestió. Així, s'afavoreix l'aplicació de línies de tractament, transport i aplicació al sòl diferents per cada una de les fases, o l'exportació de la fase sòlida.

L'eficiència d'un procés de separació sòlid/líquid depèn de diversos factors: tipologia i composició de les dejeccions, tipus de separador, ús d'additius químics, temps d'espera entre la producció dels purins i la seva separació, etc. Aquesta dependència explica la gran variabilitat en els rendiments trobats a la bibliografia. En cas de comptar amb la tecnologia apropiada i operar-la correctament, és possible concentrar a la FS fins el 80% del fòsfor i el 50% del nitrogen (Burton i Turner, 2003), tot i que la distribució més freqüent correspon a un 20% del volum i un 15-30% del nitrogen cap a la FS.

Malgrat que les eficiències de distribució dels nutrients a la FS no són molt elevades, és el sistema més àmpliament utilitzat a Europa, amb més de 10.000 instal·lacions, de les quals aproximadament un 98% es troben a nivell explotació (Foged *et al.*, 2011c).

Additius i altres pre-tractaments

En aquest grup s'inclouen operacions en la que s'apliquen additius amb diversos objectius: modificar el pH, limitar les emissions, afavorir els processos de separació sòlid/líquid. L'acidificació, per tal de limitar la volatilització de l'amoniac en processos subseqüents (p.e. evaporació) o en l'aplicació com a fertilitzant, és un tractament que ha rebut una gran atenció a països com Dinamarca, amb prop de 100 instal·lacions a nivell d'explotació (Foged *et al.*, 2011c), a les quals cal sumar els dispositius mòbils d'acidificació instal·lats en el mateix tractor.

Digestió anaeròbia

Tal com es ben conegut, la digestió anaeròbia és un procés mitjançant el qual un consorci microbià en absència d'oxigen degrada parcialment la matèria orgànica fins a CH₄ i CO₂ (biogàs). Aquest procés té com a principal avantatge la producció d'energia renovable, però també cal destacar que la modificació de les característiques físico-químiques millora les seves propietats com a fertilitzant. El digerit obtingut té una major homogeneïtat i menor viscositat, conserva tots els nutrients i té un comportament similar a un fertilitzant inorgànic. Aquestes característiques també fan el procés molt adequat per incloure'l com a primera etapa en algunes estratègies de tractament.

El limitant més important d'aquesta tecnologia és la necessitat de l'ús de co-substrats (residus orgànics) per incrementar al producció de biogàs i fer viables aquestes plantes, amb la conseqüent entrada de nutrients al sistema. Així mateix, en àrees amb una forta implantació, la competència pels co-substrats és molt elevada, de manera que s'ha començat a estudiar l'ús de cultius captadors de nitrogen com alternativa als co-substrats tradicionals (Burgos *et al.*, 2014).

El grau d'implantació de plantes de biogàs en el sector ramader en els diferents països europeus és molt desigual, y depèn bàsicament de la prima a la producció d'energia renovable vigent a cada Estat, sent els capdavaners Alemanya, Dinamarca, Itàlia, Holanda i Bèlgica. A Europa, a l'any 2011 es van inventariar més de 5.200 instal·lacions amb prop d'un 90% a nivell d'explotació (Foged *et al.*, 2011c), generant unes 90.000 t/any de digerit, que cal gestionar correctament (Foged *et al.* 2011d).

Tractaments sobre la fracció sòlida

Els tractaments sobre la fracció sòlida resultant de un procés de separació sòlid/líquid o de una dejecció sòlida (fems) van des d'una estabilització de la matèria orgànica mitjançant compostatge, fins a tractaments per reduir el volum mitjançant el seu assecatge, o la seva combustió per recuperar calor i fòsfor. Entre aquestes possibilitats, el compostatge és la única tecnologia que es pot implantar a nivell d'explotació. La resta d'alternatives tenen una gran complexitat tecnològica i requereixen d'una forta inversió, fent que tan sols siguin viables en grans plantes centralitzades.

Tractaments sobre la fracció líquida

S'hi inclouen tractaments ben diversos, com els processos d'stripping/absorció o de precipitació d'estruvita per recuperar nutrients, processos de filtració mitjançant microfiltració, ultrafiltració u osmosi inversa per obtenir un concentrat de nutrients, o sistemes d'eliminació de nitrogen mitjançant els processos biològics de NDN. La complexitat d'aquest processos fa que sigui més habitual aplicar-los en plantes centralitzades, tot i que hi ha experiències exitoses a nivell de granja, com és el cas de plantes NDN en més de 230 explotacions a França (Foged *et al.*, 2011c)

BIBLIOGRAFIA

1. BD-USD, Bioenergy Department-University of Southern Denmark. (2000). «Danish centralised biogas plants. Plants descriptions». BioPress, Copenhagen, 27 pp.
2. Bonmatí, A., Flotats, X. (2003). Air stripping of ammonia from pig slurry: characterization and feasibility as a pre- or post-treatment to mesophilic anaerobic digestion. *Waste Management*, 23: 261–272.
3. Bonmatí, A., Magrí, A. (2008). Les tecnologies de tractament dels purins: un element clau per millorar-ne la Gestió. In: "Informe per a la millora de la gestió dels purins porcíns a Catalunya", Teira-Esmatges, R.M. (Ed.). Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible. Generalitat de Catalunya. Barcelona, pp 140-162.
4. http://www15.gencat.cat/cads/AppPHP/images/stories/publicacions/informesespecials/2008/definitiva_gestiopurins_cat.pdf

5. Burgos, L., Riau, V., Camps, F., Anton, A., Bonmatí, A. (2014). Catch crops rotation as a strategy to minimize nitrogen leaching and optimize manure anaerobic digestion. Orbit Congress. Hongria. June 2014.
6. Burton, C.H., Turner, C. (2003). Manure management. Treatment strategies for sustainable agriculture. Silsoe Research Institute. 2nd Edition. Bedford, UK. 181pp.
7. Campos, E., Flotats, X., Illa, J., Magrí, A., Palatsi, J., Solé, F. (2004). "Guia de tractaments de les dejeccions ramaderes". Agència de Residus de Catalunya i Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, Generalitat de Catalunya. Barcelona, 70 pp.
8. http://residus.gencat.cat/ca/ambits_dactuacio/tipus_de_residu/dejeccions_ramaderes/guia_de_tractaments_de_les_dejeccions_ramaderes/
9. Cerrillo, M., Palatsi, J., Comas, J., Vicens, J., Bonmatí, A. (2014). Struvite precipitation as a technology to be integrated in a manure anaerobic digestion treatment plant – removal efficiency, crystal characterization and agricultural assessment. *J Chem Technol Biotechnol* (DOI 10.1002/jctb.4459)
10. DEA, Danish Energy Agency. (1995). Progress report on the economy of centralized biogas plants. BioPress, Copenhagen, 34 pp.
11. Flotats, X., Campos, E., Bonmatí, A. (1998). Tecnologías para la modificación de las características de los residuos ganaderos: caracterización general de métodos. In "4rt Curs d'Enginyeria Ambiental. Aprofitament agronòmic de residus orgànics", Flotats, X., Boixadera, J. (Eds.). DMACS-Univeristat de Lleida. Editorial Paperkite, Lleida, pp17-42.
12. Flotats, X. (2000). Gestión y tratamiento de purines de cerdo. *Informativo porcino*, IV (11): 40-41. <http://hdl.handle.net/2117/22616>
13. Flotats, X., Bonmatí, A., Fernández, B., Magrí, A. (2009). Manure treatment technologies: On-farm versus centralized strategies. NE Spain as case study. *Bioresource Technology* 100: 5519–5526
14. Flotats, X., Foged, H.L., Bonmatí, A., Palatsi, J., Magrí, A., Schelde, K.M. (2011). Manure Processing Technologies. *Technical Report No. II concerning "Manure Processing Activities in Europe" to the European Commission, Directorate-General Environment. Project reference: ENV.B.1/ETU/2010/0007*, 184 pp. <http://hdl.handle.net/2117/18944>.
15. Foged, H.L., Flotats, X., Bonmatí, A., Schelde, K.M., Palatsi, J., Magrí, A., Juznic-Zonta, Z. (2011a). Assessment of economic feasibility and environmental performance of manure processing technologies. *Technical Report No. IV concerning "Manure Processing Activities in Europe" to the European Commission, Directorate-General Environment. Project reference: ENV.B.1/ETU/2010/0007*, 130 pp. <http://hdl.handle.net/2117/18947>;
16. Foged, H.L., Flotats, X., Bonmatí, A. (2011b). Future trends on manure processing activities in Europe. *Technical Report No. V concerning "Manure Processing Activities in Europe" to the European Commission, Directorate-General Environment. Project reference: ENV.B.1/ETU/2010/0007*, 34 pp. <http://hdl.handle.net/2117/18948>;
17. Foged, H.L., Flotats, X., Bonmatí, A., Palatsi, J., Magrí, A., Schelde, K.M. (2011c). Inventory of manure processing activities in Europe. *Technical Report No. I concerning "Manure Processing Activities in Europe" to the European Commission, Directorate-General Environment. Project reference: ENV.B.1/ETU/2010/0007*, 138 pp. <http://hdl.handle.net/2117/18943>.
18. Foged, H.L., Flotats, X., Bonmatí, A., Palatsi, J., Magrí, A. (2011d). End and by-products from livestock manure processing - general types, chemical composition, fertilising quality and feasibility for marketing. *Technical Report No. III concerning "Manure Processing Activities in Europe" to the European Commission, Directorate-General Environment. Project reference: ENV.B.1/ETU/2010/0007*, 78 pp. <http://hdl.handle.net/2117/18945>
19. Laurení, M., Palatsi, J., Llovera, M., Bonmatí, A. (2013). Influence of pig slurry characteristics on ammonia stripping efficiencies and on the quality of the recovered ammonium-sulfate solution. *J Chem Technol Biotechnol* 88:1654–1662.